

江苏省 1990–2020 年县域人口老龄化空间流行病学特征分析

赵亚楠¹ 孙志明^{1,2,3} 张敏^{2,3}

¹南京医科大学公共卫生学院流行病与卫生统计学系,南京 210029;²江苏省卫生健康发展研究中心,南京 210036;³国家卫生健康委员会计划生育药具不良反应监测中心,南京 210036

通信作者:孙志明,Email:109616029@qq.com

【摘要】 目的 分析 1990–2020 年江苏省县域水平人口老龄化时空演变趋势。方法 以江苏省各县域作为研究对象,选取第四次至第七次全国人口普查数据,以老龄化系数和老龄年龄集中率分别作为衡量人口老龄化程度的静态和动态指标,利用空间相关性分析方法,研究江苏省县域老龄化的时空格局及演变特征。结果 江苏省各县域的老龄化程度不断加深,老龄化程度从苏南地区高、苏北地区低逐渐演变为苏中地区高、苏南和苏北地区低,且呈现明显的空间聚集性。1990–2020 年,江苏省人口老龄化进展速度不断加快,其中 2010–2020 年老龄化进展速度最快。结论 1990–2020 年江苏省人口老龄化程度不断加深,以近 10 年的进展最快,且呈明显的空间聚集性。

【关键词】 空间流行病学; 人口老龄化; 地理信息系统; 空间分析

基金项目:江苏省社科应用研究精品工程(22SYB-016);江苏省卫生健康委员会科研项目(M2021024);江苏省卫生健康发展研究中心开放课题(JSJD2021063);2023 年度江苏科技智库青年人才计划(JSKJZK2023085)

Spatial-epidemiological analysis of population aging in counties in Jiangsu Province, 1990-2020

Zhao Yanan¹, Sun Zhiming^{1,2,3}, Zhang Min^{2,3}

¹Department of Epidemiology and Biostatistics, School of Public Health, Nanjing Medical University, Nanjing 210029, China; ²Jiangsu Health Development Research Center, Nanjing 210036, China; ³National Health Commission Contraceptives Adverse Reaction Surveillance Center, Nanjing 210036, China

Corresponding author: Sun Zhiming, Email: 109616029@qq.com

【Abstract】 Objective To analyze the space-time evolution trend of population aging at the county level in Jiangsu Province from 1990 to 2020. **Methods** Taking each county of Jiangsu Province as the research object, we selected data from the fourth to the seventh national population censuses. We used the aging coefficient and age concentration rate as static and dynamic indicators to measure the degree of population aging, respectively. We also used spatial correlation analysis to study the spatial and temporal patterns and evolution characteristics of aging in counties in Jiangsu Province. **Results** The degree of aging in each county of Jiangsu Province has been deepening, and the degree of aging gradually evolves from high in southern Jiangsu and low in northern Jiangsu to high in central Jiangsu and low in southern and northern Jiangsu and shows obvious spatial aggregation. From 1990 to 2020, the population aging in Jiangsu Province has accelerated, among

DOI:10.3760/cma.j.cn112338-20221130-01018

收稿日期 2022-11-30 本文编辑 张婧

引用格式:赵亚楠,孙志明,张敏.江苏省1990-2020年县域人口老龄化空间流行病学特征分析[J].中华流行病学杂志,2023,44(8):1203-1208. DOI:10.3760/cma.j.cn112338-20221130-01018.

Zhao YN, Sun ZM, Zhang M. Spatial-epidemiological analysis of population aging in counties in Jiangsu Province, 1990-2020[J]. Chin J Epidemiol, 2023, 44(8):1203-1208. DOI: 10.3760/cma.j.cn112338-20221130-01018.



which the aging from 2010-2020 is the fastest. The aging progress appears the fastest in 2010-2020. **Conclusion** From 1990 to 2020, population aging in Jiangsu Province has been deepening, with the fastest progress in the last decade and an obvious spatial aggregation.

【Key words】 Spatial epidemiology; Population aging; Geographical information system; Spatial analysis

Fund programs: Jiangsu Social Science Application Research Excellence Project (22SYB-016); Jiangsu Health Commission Research Project (M2021024); Jiangsu Health Development Research Center Open Project (JSHD2021063); 2023 Jiangsu Science and Technology Think Tank Youth Talent Plan Project (JSKJZK2023085)

人口老龄化已经成为当今世界的热点问题。第七次全国人口普查显示,2020年江苏省>60岁老年人口达到1 850.5万,其中≥65岁老年人口达到1 372.7万,分别占总人口的21.84%、16.20%。老年人群体对医疗卫生服务的需求巨大^[1],人口老龄化程度的不断加深将会给医疗卫生系统带来沉重的压力。阐明老年人口的时空演变特征,对优化老年医疗服务资源配置、开展精准化的老年健康服务有重要意义,同时为科学精准制定人口老龄化相关政策提供参考依据。

本研究以第四次至第七次全国人口普查数据为基础,从县域空间尺度出发,运用空间流行病学方法和地理信息系统可视化表达,分析人口老龄化的静态和动态特征,揭示江苏省县域人口老龄化空间格局演化规律,阐明江苏省县域人口老龄化的空间特征与区域差异。

资料与方法

1. 资料来源:以2020年江苏省各县域作为研究对象,选取第四次至第七次全国人口普查数据,分析1990、2000、2010、2020年4个时间断面的江苏省县域人口老龄化时空演变特征。江苏省下辖13个地级市,按地理分区,分为苏南、苏中、苏北3个地区,其中苏南地区包括南京、苏州、无锡、常州、镇江5市;苏中地区包括南通、泰州、扬州3市;苏北地区包括徐州、连云港、宿迁、淮安、盐城5市。江苏省县域的行政区划矢量图来自全国地理信息资源目录服务系统。

2. 研究方法:采用老龄化系数和老龄年龄集中率 $[TA_i(65^+)]$ 作为衡量人口老龄化程度和进展速度的研究指标,描述1990-2020年人口老龄化程度的时空演变特征,以及每10年间各县域老龄化的进展速度,利用ArcGIS 10.8软件绘制老龄化系数和 $TA_i(65^+)$ 的时空分布图以及进行老龄化系数的全局和局部空间自相关分析。

(1) 指标定义:

① 老龄化系数:指≥65岁老年人口占总人口的百分比^[2],是用来反映区域人口老龄化静态空间特征的直接测度指标。按联合国人口年龄结构类型划分标准,将老龄化系数<4%划分为年轻型地区,4%~为成年型地区,>7%为老龄化地区,其中7%~为轻度老龄化,14%~为中度老龄化,>20%为重度老龄化^[3]。

② $TA_i(65^+)$:美国人口地理学者构建了人口老龄化过程的指数增长模型,从动态角度衡量人口老龄化随时间演化过程,用 $TA_i(65^+)$,即老年人口比重按指数模式的年均增长率,作为衡量老龄化发展进程快慢的指标^[4]。公式:

$$TA_i(65^+) = \frac{1}{n} \ln \frac{p_i^{(t+n)}(65^+)}{p_i^{(t)}(65^+)} - \frac{1}{n} \ln \frac{p_i^{(t+n)}(0^+)}{p_i^{(t)}(0^+)} \\ = r_i(65^+) - r_i(0^+)$$

式中, $p_i^{(t)}(0^+)$ 、 $p_i^{(t)}(65^+)$ 为各县域人口总数、老年人口数; $p_i^{(t+n)}(0^+)$ 、 $p_i^{(t+n)}(65^+)$ 为n年后各县域人口总数、老年人口数; $r_i(0^+)$ 、 $r_i(65^+)$ 为各县域的总人口年均增长率、老年人口年均增长率。 $TA_i(65^+)>0$,表示县域人口老龄化进程速度加快, $TA_i(65^+)$ 值越大,表示人口老龄化进程速度越快; $TA_i(65^+)=0$,表示人口老龄化进程保持不变; $TA_i(65^+)<0$,表示人口老龄化进程速度越慢。

(2) 空间自相关分析:用于确定空间中某位置变量的观察值与其相邻位置同一变量的观察值是否相同以及相关程度,分为全局空间自相关和局部空间自相关^[5]。本研究选用空间流行病学中应用广泛的空间自相关度量指标Moran's I ^[6],从总体上描述老龄化系数的空间分布特征,判断是否存在空间聚集性。全局Moran's I 用标准化统计量 Z 来检验空间自相关的显著性水平。Moran's I 的取值范围为 $[-1, 1]$ 。 $I=0$,表示不存在空间自相关,空间上为随机分布; $I>0$,表示老龄化系数存在空间正相关,数值相近的老龄化系数在空间分布上相互邻近,呈聚集性分布, I 值越接近1,正相关程度越强;

$I < 0$, 表示存在空间负相关, 数值相近的老龄化系数空间分布上相互排斥, 呈离散分布, I 值越接近 -1, 负相关程度越强^[7]。

局部空间自相关分析用局部 Moran's I 识别老龄化系数空间聚集的类型和空间位置^[8]。 I_i 的取值范围为 $[-1, 1]$, $I_i = 0$, 表示空间随机分布, 不存在局部空间相关性; $I_i > 0$, 表示存在局部空间正相关^[9], 局部空间分布聚集类型包括高-高聚集和低-低聚集, 即高老龄化系数区域包围高老龄化系数区域, 低老龄化系数区域包围低老龄化系数区域^[10]。 $I_i < 0$, 表示存在局部空间负相关, 局部空间分布聚集类型包括高-低聚集和低-高聚集, 即高老龄化系数区域包围低老龄化系数区域, 低老龄化系数区域包围高老龄化系数区域。双侧检验, 检验水准 $\alpha = 0.05$ 。

结 果

1. 人口老龄化程度时空演变特征: 人口年龄结构类型分析结果显示, 1990-2020 年江苏省县域的人口老龄化程度逐渐加深。

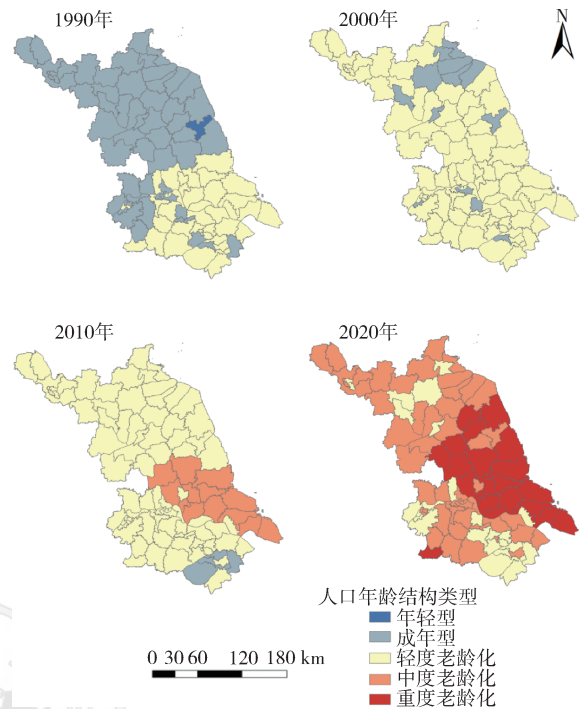
1990 年人口年龄结构类型以成年型和轻度老龄化为主。其中, 61.70% 的县域属于成年型, 主要分布在徐州市、盐城市、淮安市、宿迁市等地区, 37.23% 的县域属于轻度老龄化, 主要集中在南通市的如东县、如皋市等地区。唯一的年轻型县域位于盐城市的亭湖区。老龄化程度的空间分布总体上呈现“苏南高苏北低”, 即“南高北低”的空间分布特征。

2000 年人口年龄结构类型以轻度老龄化为主 (86.46%), 成年型 (13.54%) 县域主要分布在连云港市的连云区、海州区、灌云县、灌南县等。

2010 年人口年龄结构类型以轻度老龄化为主 (82.29%), 与 2000 年相比, 苏中地区老龄化程度逐渐升高, 中度老龄化县域主要分布在苏中地区南通市的启东市、海门区、如东县等, 泰州市的泰兴市、姜堰区以及扬州市的高邮市、江都区等。老龄化程度的空间分布总体上呈现“苏中高苏南苏北低”, 即“中间高、两边低”的特征。

2020 年人口年龄结构类型以中度和重度老龄化 (72.92%) 为主。与 2010 年相比, 总体上老龄化程度持续升高, 轻度向中度演变, 中度向重度演变, 部分苏北地区老龄化进展速度明显加快, 如盐城市的射阳县、阜宁县和建湖区等则从轻度跨越至重度

老龄化。见图 1。



注: 审图号: 苏 S(2023)12 号

图 1 1990、2000、2010、2020 年江苏省县域人口老龄化系数空间分布

2. 人口老龄化空间关联特征:

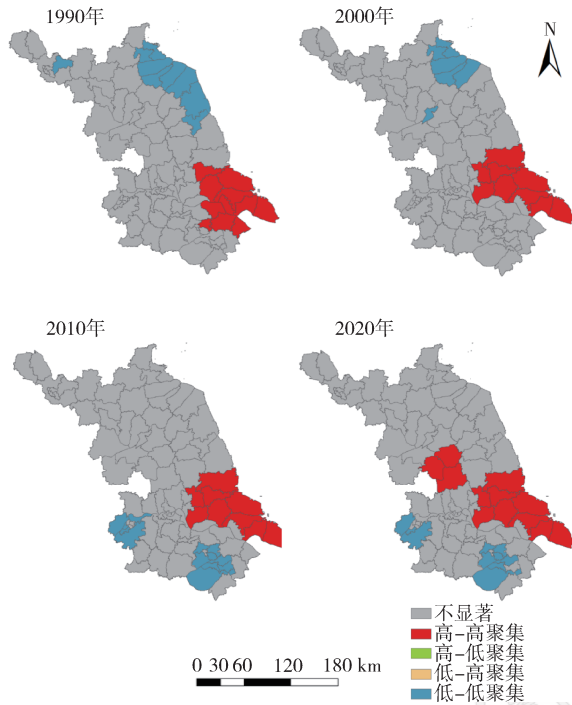
(1) 全局空间相关特征: 全局空间自相关分析显示, 1990、2000、2010、2020 年全局 Moran's I 值分别为 0.36、0.29、0.48、0.39 (均 $P < 0.001$), 表明 1990-2020 年江苏省各县域的人口老龄化空间分布呈现明显的空间聚集性, 即老龄化程度较高的县域之间相互邻近, 老龄化程度较低的县域之间相互邻近。见表 1。

表 1 1990、2000、2010、2020 年江苏省县域人口老龄化系数全局空间自相关分析

年份	Moran's I 值	Z 值	P 值
1990	0.36	3.57	<0.001
2000	0.29	2.98	<0.001
2010	0.48	5.06	<0.001
2020	0.39	4.08	<0.001

(2) 局部空间相关特征: 局部空间自相关分析显示, 1990、2000、2010、2020 年江苏省县域老龄化系数的空间关联模式均为高-高聚集、低-低聚集。高-高聚集区主要分布于南通市, 1990 年和 2000 年低-低聚集区主要分布于苏北地区盐城市的响水县、滨海县、射阳县、亭湖区, 连云港市的海州区、连

云区、灌云县、灌南县。而 2010 年和 2020 年低-低聚集区主要分布于苏南地区南京市的浦口区、雨花台区、江宁区,无锡市的新吴区、锡山区、惠山区和苏州市的吴中区、虎丘区、相城区等。见图 2。



注:审图号:苏S(2023)12号
图 2 1990、2000、2010、2020 年江苏省县域人口老龄化系数局部空间自相关分析

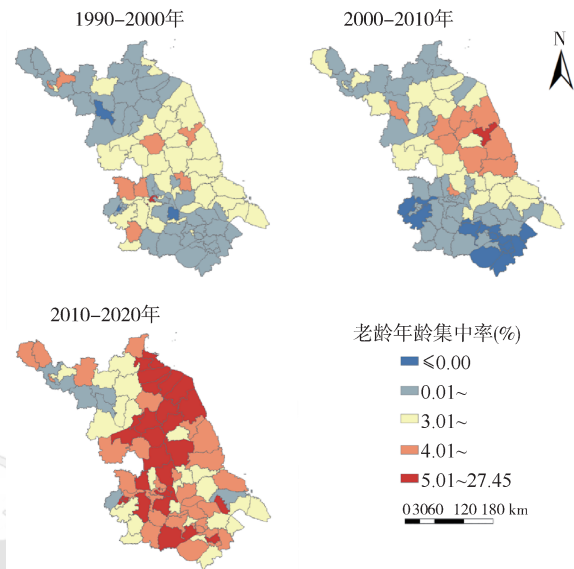
3. 人口老龄化进展速度:1990-2000、2000-2010、2010-2020 年江苏省 $TA_i(65^+)$ 分别为 2.54%、2.19%、3.97%。说明近 30 年江苏省人口老龄化进程加速,其中 2010-2020 年人口老龄化进程最快。

1990-2000 年仅 3 个县域 $TA_i(65^+) \leq 0.00$,分布在宿迁市宿城区、南京市建邺区与常州市新北区。老龄化进展速度最快的地区位于镇江市润州区。

2000-2010 年 $TA_i(65^+) \leq 0.00$ 的县域均位于苏南地区,如苏州市吴中区、相城区、昆山市,南京市建邺区以及常州市武进区等。人口老龄化进展速度最快的县域为盐城市亭湖区,其次为亭湖区周围的建湖区、大丰区、射阳县、兴化市等,在空间上形成以亭湖区为核心向周围逐渐递减的“高核心-低外围”模式^[11]。

2010-2020 年 $TA_i(65^+)$ 均 > 0.00 ,老龄化进展速度加快的县域明显增多。苏北地区大部分县域老龄化进展速度呈现不断加快的趋势,除了部分县域如徐州市睢宁县、铜山区,宿迁市宿豫区、宿城区等 $TA_i(65^+)$ 无明显的变化外,其他县域的 $TA_i(65^+)$ 均

明显增长。苏中地区老龄化进展速度有快有慢,如扬州市高邮区、江都区,泰州市的兴化市、泰兴市以及南通市崇川区等老龄化进展速度明显加快,而南通市通州区老龄化进展速度下降。见图 3。



注:审图号:苏S(2023)12号
图 3 1990-2020 年江苏省县域老年年龄集中率时空分布

讨 论

空间数据分析与统计方法是空间流行病学方法学的基础^[12],空间流行病学在传染病与慢性病研究中应用较多,如艾滋病的预防控制^[13]、结核病的空间聚集性分析^[14]、癌症患病率及死亡率的空间聚集性分析^[15]等。空间统计分析在人口数据空间化方面也有丰富的应用,Wang^[16]应用空间自相关和空间回归描述人口老龄化的空间模式及影响因素的空间溢出效应;Han 等^[17]应用改进的贝叶斯时空模型估计 1992-2015 年中国人口老龄化的时空演化特征及人口老龄化水平的空间异质性;Káčerová 等^[18]分析了 1950-2010 年欧洲人口年龄结构的时空变异性。

本研究采用空间数据统计分析方法探讨了 1990-2020 年江苏省人口老龄化的时空分布特征。结果发现,江苏省人口老龄化程度不断加深,空间格局呈现动态聚集性变化,总体上由“苏南高苏北低”的空间格局逐渐演变为“苏中高苏南苏北低”。既往也有学者发现,1990 年江苏省的老龄化程度分布呈自北向南逐渐增高的趋势^[19];2000 年之后苏中地区是江苏省人口老龄化最严重的地区,苏

南、苏北地区次之^[20-21]。老年人口的增多将导致医疗、养老等方面资源的需求增加^[22],识别老龄人口的空间分布有助于了解区域医疗资源的供求是否平衡,确定医疗资源短缺地区。

全局空间自相关分析发现,江苏省人口老龄化程度呈非随机分布,具有明显的空间聚集性。局部空间自相关结果显示,高-高聚集区主要分布于南通市。低-低聚集区出现明显的变化。1990年和2000年低-低聚集区主要分布于苏北地区的盐城市和连云港市,2010年和2020年主要分布在苏南地区的苏州市、无锡市、南京市。值得注意的是,南通市早在1982年就已步入老龄化社会,是江苏省最早步入人口老龄化地区,同时也是全国老龄化程度较高的地区之一^[23]。南通市的人口老龄化具有高龄化特征,第七次全国人口普查数据显示,南通市>80岁人口占总人数的5.15%,分别比第五次、第六次全国人口普查时提高2.88%、1.50%,高龄人口的不断增加,进一步加剧了南通市的老龄化程度^[24]。低-低聚集区的变化可能与21世纪初期,苏南地区经济迅速发展,吸引了江苏省及周边城市大量的年轻劳动力流入有关^[25]。人口的流动会对区域的老龄化程度产生一定的影响,特别是年轻人口的流入缓解了流入地的老龄化程度。

1990-2020年江苏省县域的老龄化进展速度不断增加,且有明显的区域分布特征。2010-2020年,江苏省的老龄化进展速度明显加快。第一次人口高峰期(1949-1958年)出生的人口于2009年以后开始步入老年期,江苏省人口老龄化快速发展^[26]。

由于1990-2020年江苏省行政区划涉及多次调整,对研究结果的解释有一定的影响。人口老龄化状况是多种因素综合作用的结果,本研究仅利用空间流行病学的分析方法研究江苏省县域人口老龄化程度的演变特征,缺乏对人口老龄化形成机制的深入分析,这也是未来的研究方向。

综上所述,1990-2020年江苏省的人口老龄化程度不断加深且具有空间聚集性,老龄化进展速度不断加快。建议根据不同地区的人口老龄化程度对老年医疗服务资源进行合理规划,根据不同地区的经济社会发展水平,设置与老年人口分布相匹配的老年病医院、二级及以上综合性医院老年医学科,以及三级中医医院和社区卫生机构设置康复(医学)科的比例,提高老年人口的就医可及性,完善老年健康服务体系,积极应对人口老龄化。助力实现“积极推动城乡、区域老年健康服务均衡发展,

确保老年健康服务公平可及,由全体老年人共享”的目标。

利益冲突 所有作者声明无利益冲突

志谢 感谢江苏省统计局马永春对县域老年人口数据获取的支持

作者贡献声明 赵亚楠:研究设计、数据整理/分析、论文撰写;孙志明:研究指导、经费支持、审阅文章;张敏:研究指导、审阅文章

参 考 文 献

- [1] 程怀志,郭斌,宋佳玮,等.人口老龄化对公共卫生服务提出的挑战及对策[J].医学研究与教育,2022,39(1):49-53. DOI:10.3969/j.issn.1674490X.2022.01.007.
Cheng HZ, Guo B, Song JW, et al. Challenges and countermeasures of population aging to public health service[J]. Med Res Educ, 2022, 39(1): 49-53. DOI: 10.3969/j.issn.1674490X.2022.01.007.
- [2] Chen Y, Bouferguene A, Shen YH, et al. Difference analysis of regional population ageing from temporal and spatial perspectives: a case study in China[J]. Region Stud, 2019, 53(6):849-860. DOI:10.1080/00343404.2018.1492110.
- [3] Wu LX, Huang ZY, Pan ZH. The spatiality and driving forces of population ageing in China[J]. PLoS One, 2021, 16(1):e0243559. DOI:10.1371/journal.pone.0243559.
- [4] Rogers A, Woodward JA. Tempos of Elderly Age and Geographical Concentration[J]. Profess Geograph, 1992, 44(1):72-83. DOI:10.1111/j.0033-0124.1992.00072.x.
- [5] 姜庆五,赵飞.空间自相关分析方法在流行病学中的应用[J].中华流行病学杂志,2011,32(6):539-546. DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2011.06.002.
Jiang QW, Zhao F. Application of spatial autocorrelation method in epidemiology[J]. Chin J Epidemiol, 2011, 32(6): 539-546. DOI: 10.3760/cma. j. issn. 0254-6450.2011. 06.002.
- [6] 周晓农.空间流行病学[M].北京:科学出版社,2009.
Zhou XN. Spatial epidemiology[M]. Beijing: Science Press, 2009.
- [7] 王劲峰,廖一兰,刘鑫.空间数据分析教程[M].2版.北京:科学出版社,2019.
Wang JF, Liao YL, Liu X. Spatial data analysis[M]. 2nd ed. Beijing: Science Press, 2019.
- [8] Ripley BD, Cliff AD, Ord JK. Spatial processes: models and applications[J]. J Am Stat Assoc, 1984, 79(385):238. DOI: 10.2307/2288381.
- [9] 王薇,刘韞宁,殷鹏,等.不同空间权重矩阵对我国心血管疾病死亡空间自相关分析的影响[J].中华流行病学杂志,2021,42(8):1437-1444. DOI:10.3760/cma.j.cn112338-20201102-01293.
Wang W, Liu YN, Yin P, et al. Influences of using different spatial weight matrices in analyzing spatial autocorrelation of cardiovascular diseases mortality in China[J]. Chin J Epidemiol, 2021, 42(8): 1437-1444. DOI: 10.3760/cma.j.cn112338-20201102-01293.
- [10] Jesri N, Saghafipour A, Koohpaei A, et al. Mapping and Spatial Pattern Analysis of COVID-19 in Central Iran Using the Local Indicators of Spatial Association (LISA) [J]. BMC Public Health, 2021, 21(1): 2227. DOI: 10.1186/s12889-021-12267-6.
- [11] 王录仓,武荣伟,刘海猛,等.县域尺度下中国人口老龄化的空间格局与区域差异[J].地理科学进展,2016,35(8):

- 921-931. DOI:10.18306/dlxxjz.2016.08.001.
- Wang LC, Wu RW, Liu HM, et al. Spatial patterns and regional differences of population ageing in China based on the county scale[J]. *Progr Geogr*, 2016, 35(8):921-931. DOI:10.18306/dlxxjz.2016.08.001.
- [12] 周红霞,唐咸艳,仇小强. 空间流行病学理论与方法研究现状与展望[J]. *国外医学:医学地理分册*, 2015, 36(2):79-92. DOI:10.3969/j.issn.1001-8883.2015.02.001.
- Zhou HX, Tang XY, Qiu XQ. Spatial epidemiology: present and prospect[J]. *Fore Med Sci Sect Medgeogr*, 2015, 36(2):79-92. DOI:10.3969/j.issn.1001-8883.2015.02.001.
- [13] 马凯芳,张晓婷,李东民. 空间流行病学应用于艾滋病预防控制的研究进展[J]. *中华流行病学杂志*, 2022, 43(1):128-133. DOI:10.3760/cma.j.cn112338-20210816-00645.
- Ma KF, Zhang XT, Li DM. Progress on application of spatial epidemiology in HIV/AIDS control and prevention[J]. *Chin J Epidemiol*, 2022, 43(1):128-133. DOI:10.3760/cma.j.cn112338-20210816-00645.
- [14] 杨丽佳,李涛,陈伟. 2013-2018年中国结核病空间聚集性分析[J]. *中华流行病学杂志*, 2020, 41(11):1843-1847. DOI:10.3760/cma.j.cn112338-20200114-00029.
- Yang LJ, Li T, Chen W. Study on spatial clustering characteristics of tuberculosis in China, 2013-2018[J]. *Chin J Epidemiol*, 2020, 41(11):1843-1847. DOI:10.3760/cma.j.cn112338-20200114-00029.
- [15] 鹿子龙,唐俊利,付振涛,等. 1970-2013年山东省胃癌死亡变化趋势及其空间聚集性分析[J]. *中华预防医学杂志*, 2021, 55(11):1275-1279. DOI:10.3760/cma.j.cn112150-20201229-01499.
- Lu ZL, Tang JL, Fu ZT, et al. Analysis of the trend and spatial clustering of gastric cancer deaths in Shandong province from 1970 to 2013[J]. *Chin J Prev Med*, 2021, 55(11):1275-1279. DOI:10.3760/cma.j.cn112150-20201229-01499.
- [16] Wang SB. Spatial patterns and social-economic influential factors of population aging: A global assessment from 1990 to 2010[J]. *Soc Sci Med*, 2020, 253:112963. DOI:10.1016/j.socscimed.2020.112963.
- [17] Han XL, Li JM, Wang NN. Spatiotemporal evolution of Chinese ageing from 1992 to 2015 based on an improved Bayesian space-time model[J]. *BMC Public Health*, 2018, 18(1):502. DOI:10.1186/s12889-018-5417-6.
- [18] Káčerová M, Ondačková J, Mládek J. Time-space differences of population ageing in Europe[J]. *Hungar Geograph Bull*, 2014, 63:177-199. DOI:10.15201/hungeobull.63.2.4.
- [19] 万炎生,朱平. 江苏人口老龄化与老年人口状况[J]. *江苏社会科学*, 1992(5):121-126.
- Wan YS, Zhu P. The aging of Jiangsu's population and the status of the aged population[J]. *Jiangsu Soc Sci*, 1992(5):121-126.
- [20] 许昕,赵媛,张新林,等. 江苏省人口老龄化空间分异演变及影响因素[J]. *地理科学*, 2017, 37(12):1859-1866. DOI:10.13249/j.cnki.sgs.2017.12.009.
- Xu X, Zhao Y, Zhang XL, et al. Spatial variation of population aging and associated factors in Jiangsu province[J]. *Sci Geograph Sin*, 2017, 37(12):1859-1866. DOI:10.13249/j.cnki.sgs.2017.12.009.
- [21] 王欢欢. 人口老龄化背景下江苏省养老服务的现状问题和建设[J]. *人口与健康*, 2021(12):41-45.
- Wang HH. Problems and suggestions on the current situation of elderly care services in Jiangsu Province under the background of population aging[J]. *Populat Health*, 2021(12):41-45.
- [22] 何耀,杨姗姗. 健康老龄化与老年流行病学研究进展[J]. *中华流行病学杂志*, 2018, 39(3):253-257. DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2018.03.001.
- He Y, Yang SS. Healthy aging and the progress in the research of geriatric epidemiology[J]. *Chin J Epidemiol*, 2018, 39(3):253-257. DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2018.03.001.
- [23] 陈建国. 南通市人口深度老龄化的科学应对[J]. *唯实:现代管理*, 2016(9):14-18.
- Chen JG. The scientific response to the deeply aging population in Nantong city[J]. *Real Only: Mod Manag*, 2016(9):14-18.
- [24] 蔡波,沈洪兵,林玲,等. 南通市人口老龄化与老年人死因分析和预测[J]. *中华疾病控制杂志*, 2013, 17(5):388-391.
- Cai B, Shen HB, Lin L, et al. Analysis and forecast of population aging and death causes of elderly people in Nantong city[J]. *Chin J Dis Control Prev*, 2013, 17(5):388-391.
- [25] 杜志鹏. 江苏省人口老龄化时空差异演变研究[D]. 江苏:南京师范大学, 2014.
- Du ZP. A study on the spatial-temporal evolution of population aging in Jiangsu province[D]. *Jiangsu: Nanjing Normal University*, 2014.
- [26] 江苏省人民政府参事室课题组. 江苏人口老龄化与健康养老[J]. *唯实*, 2020(1):27-35. DOI:10.3969/j.issn.1004-1605.2020.01.009.
- Jiangsu Provincial People's Government Counsellor's Office Research Group. The aging of Jiangsu's population and healthy elderly care[J]. *Real Only*, 2020(1):27-35. DOI:10.3969/j.issn.1004-1605.2020.01.009.